

智能物流中面向RFID的信息融合研究

李 斌, 李文锋

(武汉理工大学物流工程学院 武汉 430063)

【摘要】无线射频识别是目前物流行业中信息采集技术之一,能否大规模应用取决于是否解决了无线射频识别(RFID)应用与现有信息系统之间的整合问题,尤其是与物流企业内部应用系统的整合。该文针对整合问题提出了以Web Services架构为基础的SOA模型整合物流企业各信息子系统,并在该信息融合模型基础上利用数据挖掘和计算智能为企业建立智能决策支持系统,支撑企业的日常运作和长远规划,从而为RFID在物流行业中的推广和具体实施提供可供参考的解决方案和信息基础设施框架。

关键词 信息融合; 智能决策支持系统; 物流; 无线射频识别; 面向服务的架构
中图分类号 TP315 **文献标识码** A

Research on RFID Oriented Information Fusion in Intelligent Logistics

LI Bin, LI Wen-feng

(Department of Logistic Engineering, Wuhan University of Technology Wuhan 430063)

Abstract Radio Frequency Identification (RFID) is one of the most promising technology of information collection. This paper brings forward a model based on service-oriented architecture and web services, which is used for integrating the information systems of enterprises. On the basis of the model, the information platform makes full use of the data mining and computational intelligence to build the intelligent decision support system for the enterprises and to support the daily operation and long-term layout of enterprises. The solution and model will be an upstanding reference for the application of RFID in the logistics industry and the construction of IT infrastructure of logistics enterprises.

Key words information fusion; intelligent decision support system; logistics; radio frequency identification; service-oriented architecture

现代物流是指经信息技术整合的、实现物资实体从最初供应者向最终需求者运动的最优化物理性的流通过程。从系统工程的角度分析,物流是把各种运输、储存、包装、配送、流通加工、信息处理等相关活动有机合成的现代系统。因此要使物流系统达到最佳的运行状态,必须从系统的观点来管理物流。而要用系统的观点管理物流,首先要了解系统各过程的状态,为此首先要实现对物流过程中各环节的信息采集。无线射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)是目前物流行业中有前途的信息采集技术之一,它采用自动识别技术,使物品上的信息与企业信息系统实现非接触式的交互与处理,从根本上架起了沟通物理世界与信息世界的桥梁,使得物理世界与信息世界可以进行快速高效的

转换、处理和反馈^[1],从而全面提高物流行业自动化及物流企业管理运作水平。

本文重点探讨物流企业中基于RFID的信息融合及其企业智能的建立,为RFID在物流行业中的推广和具体实施提供了相应的解决方案和参考框架。

1 基于RFID的物流信息管理

1.1 RFID在物流行业中的应用

传统物流过程的信息存在不对称、不及时等弊端,难以实现实时的协同和调节。基于RFID的信息网络强调物品与信息交互,将RFID技术应用于物流业中的信息采集和物流跟踪,可以极大地提高行业内服务水平。RFID技术的优势主要表现在以下三

收稿时间: 2007-09-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(60475031); 国家“十一五”科技支撑计划课题(2006BAH02A06)

作者简介: 李斌(1979-),男,博士生,主要从事智能制造与控制、软件工程和物流信息管理方面的研究;李文锋(1966-),男,博士,教授,主要从事图像处理及计算机视觉、传感器网络方面的研究。

点：一是可以实现信息采集、信息处理的自动化；二是可以实现商品实物运动等操作环节(如分拣、搬运、装卸、存储等)的自动化；三是可以实现管理和决策(如库存管理、自动生成订单、优化配送线路等)的自动化甚至智能化^[2]。将RFID技术应用于物流管理，需要从一个大系统的角度来看待物流过程，在更大范围内共享RFID信息，以最低的整体成本，达到最高的供应链物流管理效率。

1.2 RFID与物流信息融合

信息融合是将来自多个传感器或多源的信息进行综合处理，从而得出更为准确、可靠的结论(本文的传感器是广义的，包括各种数据获取系统和相关数据库等)。RFID根据射频卡的数据调制方式，可分为主动式和被动式两种，其中主动RFID具有信息实时性强、数据容量大、读写速度快、可远程读取等优点^[3-4]，将其与传感器和跟踪技术(如GPS)相结合，物流过程中在运货物的时空及所处环境的信息即可被实时获取，对RFID、传感器和GPS等信息进行信息融合，物流企业即可得出在运货物客观、完整、准确的描述。以此为基础，利用RFID和GIS中间件技术，物流企业可以对其物流过程进行可视化管理，提高在运货物的可视性和可控性，以合理调配企业内外部资源，打造精细化物流；其次可利用数据挖掘和人工智能等工具从融合信息的历史数据中发现当前物流过程的弊端，以利于管理层的决策改进；另外，物流企业还可以电信运营商的GPRS网络为数据载体，通过因特网和移动智能终端让企业的内部和外部客户访问上述可视化平台，构造透明的物流企业，从而为协同商务打下坚实的基础。

2 基于RFID的信息集成框架

2.1 RFID中间件

随着RFID技术的逐渐普及，大量信息的传输将在其应用过程中产生数据爆炸效应。如何管理这些数据并合理使用，取决于应用软件的设计和性能。RFID中间件的主要任务就是对阅读器传来的与标签相关的事件、数据进行过滤、汇集和计算，减少从阅读器传往企业的巨量原始数据，增加抽象出的有意义的信息量。RFID中间件介于前端RFID设备与后端数据库及应用软件中间，是RFID系统的神经中枢，提供程序管理、资料过滤与汇集、事件管理、安全管理、网络管理等机制，是支持RFID应用系统开发和运行的支撑软件，能为RFID应用构建一个标准的平台。它一方面屏蔽了芯片、标签、读写器等

RFID硬件设备以及操作系统、数据库等的差异，提供了高安全、高性能、高扩展性、可管理性等方面的可靠保障；另一方面有效驱动后端的业务应用系统，形成统一的协调运作^[5-7]。本文提出的信息融合解决方案中，RFID中间件采用以Web Services架构为基础的面向服务的架构(Service-Oriented Architecture, SOA)模型，为企业提供更灵活、更有弹性的服务。

2.2 集成框架

RFID应用软件的开发贯穿了从底层数据收集到高层资源管理规划和智能企业经营决策等企业的全部运转过程。为了使RFID应用和服务质量更为高效和可靠，并使开发的应用软件能够及时响应快速变化的各种业务需求，本文采用基于SOA架构的信息整合模型。SOA的实现方式不止一种，但Web Services是当前实现SOA的首选技术平台^[8]。

在物流企业中采用以Web Services架构为基础的SOA可以为企业信息基础设施建立沟通标准，突破应用程序间的沟通障碍，实现商业流程自动化，支持商业模式的创新，让IT变得更灵活，从而更快地响应需求。微软.NET平台的核心开发理念是软件，即服务，且是能够覆盖从企业级开发到嵌入式开发的全线开发。本文采用.NET 2.0作为实现平台，已在物流、烟草等行业中实现了多个以RFID为中心的信息管理平台。

平台整体设计架构如图1所示，其实现的整合具有双重含义：(1) RFID与物理世界的集成。(2) RFID与企业系统集成。前者是指通过RFID对物理世界的整合以及对企业商业系统的整合，体现在SOA架构中均作为服务(系统中中间件均以Web Services实现)运行在企业服务总线上。因为目前大多数的RFID设备通过DLL动态链接库文件进行直接控制，所以将企业中使用的各种RFID设备的DLL文件组成“DLL池”，并对外以Web Services形式进行访问，系统自动根据具体设备在池中寻找匹配的DLL文件对RFID设备进行操作^[9]。对物理世界的整合，就是将物理世界中的RFID阅读器、传感器、指示灯、RFID射频标签以及GPS接收模块等物理实体集成在一起，进行统一的管理。图中的边缘服务器是完成此项功能的主要设备，它将多个物理实体的控制器集中在一个消息总线上，各种事件均通过消息总线传递，物理实体的控制器可以在总线上订阅或者发布事件，以实现各个物理实体的通信功能。图中的事件服务器则是连接边缘服务器和企业应用程序的桥

梁。它将边缘服务器收集的数据进行再过滤,并提取企业应用程序关心的事件(决定企业应用程序流程的核心事件)。后者指的是RFID技术不仅将物理世界与计算机世界联系在一起,还将网络边缘的硬件、

嵌入式软件及中间件与企业系统连接起来,使得由分布物理事件所形成的数据能够传递到企业系统中(如ERP系统),从而改进并提高企业业务流程的集成与整合。

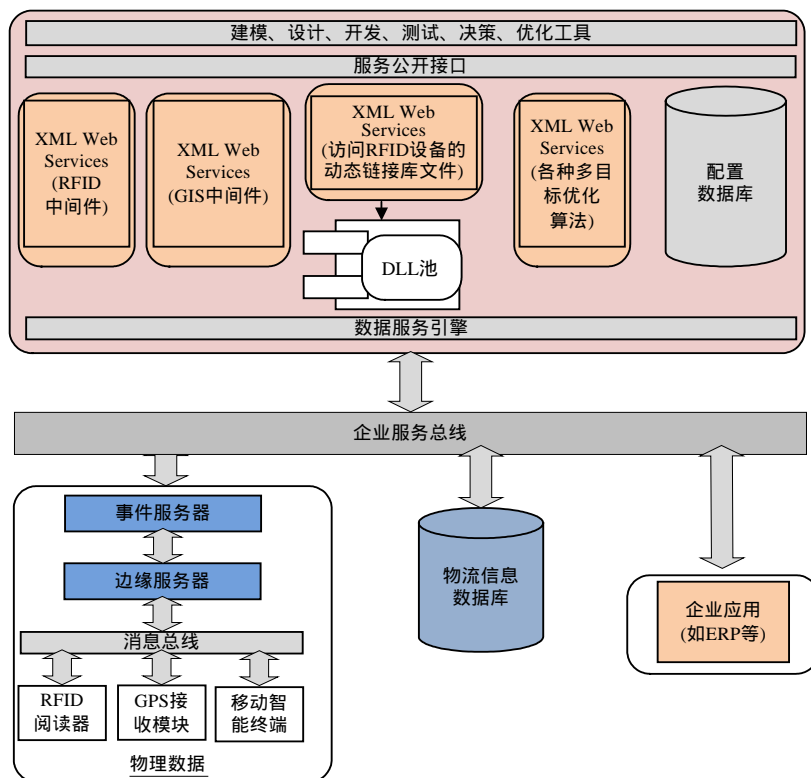


图1 基于RFID的信息融合架构

2.3 基于RFID的物流信息融合

信息融合方法的实质是处理不确定信息,该方法可分为两大类:概率统计方法和人工智能方法^[10]。以图1的信息集成框架为基础,物流企业的信息融合可分为以下三个层次:(1) 将来自RFID、传感器、GPS和移动智能终端的信息进行融合,不但可以全程准确跟踪在运货物,还能够实时获得在运货物状态完整准确的描述。物流信息系统的这种能力对高价值、生鲜冷链以及医药制剂物流是至关重要的。企业能够利用上述信息融合所获得的在运货物物理和位置的上下文信息,根据物流运作的实时情况,即时调动内外部各种资源,打造随需而变的“即时精细物流”,确保货物在规定的时间内按要求到达目的地,降低运营风险,减少意外损失,提高企业在高端和特殊商品物流中的竞争力。(2) 对实时融合信息与物流企业中数据库的已有信息进行融合,随时根据用户需要生成各类在运货物的数据视图,对物流过程进行实时可视化管理;另外可以对企业运作

各类商品物流的历史进行数据积累,利用数据挖掘(Data Mining)和知识发现(Knowledge Discovery)工具(采用基于人工智能的算法)从中发现现有运营缺陷,借鉴软件工程中软件过程能力成熟度模型(Capability Maturity Model, CMM)的思想,以一个循序渐进的过程提高物流过程能力,规范和持续改进物流企业运作流程,实施良好的物流过程管理,从而全面提高物流企业的市场竞争力。(3) 现代物流是一个复杂系统,物流工程中的诸多优化决策问题(如背包问题、旅行商问题、车辆调度和中心选址等)多为多目标优化问题(Multiobjective Optimization Problem, MOP),采用传统的优化方法很难在实时情况下求出相应的Pareto最优解。物流企业可将来自于物流订单、过程和企业其他应用系统的信息(如ERP和CRM)进行融合,利用各种多目标优化决策算法和数据挖掘工具(即基于计算智能),运用相关的定量模型,建立物流企业商业智能(Business Intelligence, BI),合理调配企业内外资源,进行物

流运作的精细管理。如现有 N 个零担运输欲在 M 个城市之间完成,可以将RFID中间件、地理信息系统与基于进化算法的多准则决策模型相结合,形成基于进化算法的多目标空间决策支持系统(其模式如图2所示),迅速求解该问题,并通过企业信息网络告知相关工作人员。

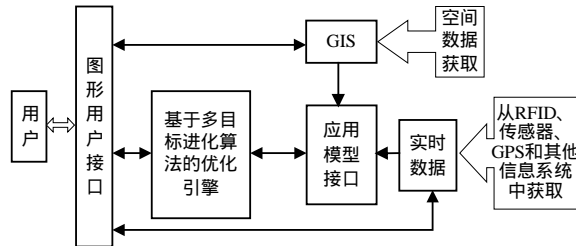


图2 基于进化算法的多目标空间决策支持系统模型

有鉴于此,针对物流信息在企业中融合的多个层次,组织可以较低成本建立服务器群集或网络服

务器获取强劲廉价的计算资源,采用多目标进化算法或群集智能优化算法(即基于计算智能),如遗传算法和蚁群算法等,作为信息融合和优化决策的主要手段,并将相应的智能算法封装为Web Services供优化、决策工具和移动智能终端调用,以便持续改进物流过程和物流网络布局,寻找利润增长点。

3 智能决策支持物流企业规划运作

信息集成与融合的最终目的是为了实现在决策支持,而智能化是信息系统发展的必然趋势,图1所示的信息集成架构的最终目标是为物流企业构建智能决策支持系统(Intelligent Decision Support System, IDSS),从而为企业的长远规划和日常运作提供支撑,建立物流企业的商业智能。IDSS总体结构如图3所示。

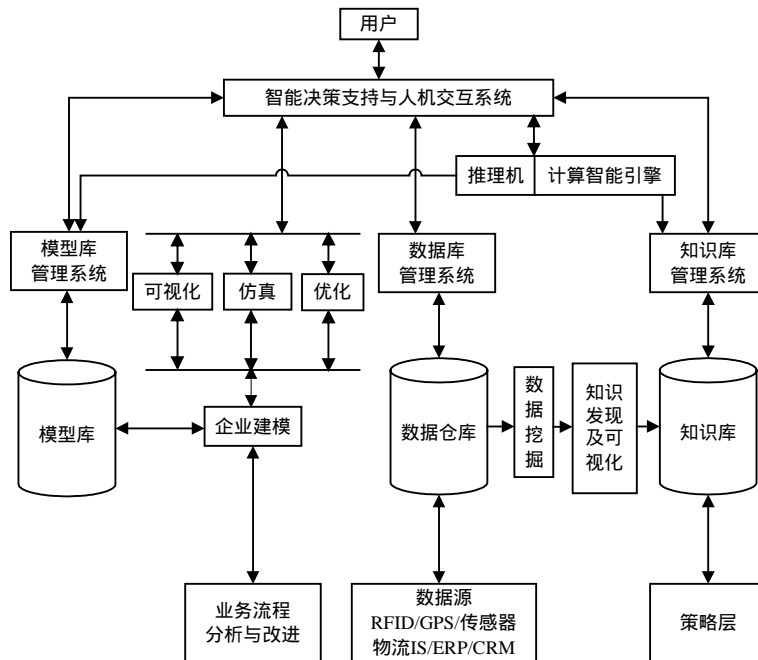


图3 基于RFID的IDSS总体结构图

在图3中,本文在传统的决策支持系统上充分利用数据挖掘工具,并集成人工智能(以推理机形式提供)和计算智能(各类算法以Web Services方式提供),向企业提供一个强劲的智能规划运作平台。其中知识是智能的核心。知识的获取一是通过组织物流行业内的专家,制定相应的策略,形成规则,录入知识库中^[11];二是通过融合RFID、GPS、传感器、物流信息管理系统以及企业其他管理平台(如ERP)的数据形成企业全面完整的数据视图,建立面向主题的、集成的、时变的、非易失的数据集合(即数据仓

库),利用数据挖掘工具,进行知识发现^[12]。模型库的建立则组织领域专家对企业的业务流程进行建模,并建立和使用相应的可视化、仿真和优化工具在模型入库前反复斟酌,直至最优;而建立的优化模型反过来又改进企业运作流程。经过以上处理,企业的信息集成将上升为知识集成,以推理机和计算智能引擎为工具,将支持企业各级部门进行智能决策。

(下转第1349页)

最优值的分析,给出了自适应惯性权重的PSO方法,并且将PSO的快速全局优化特点和SVM的非线性拟合特点相结合用于说话人识别。通过实验证明,该方法与其他传统说话人识别处理方法相比较,具有更好的收敛精度,并且对于识别问题具有显著的时间优势。

参 考 文 献

- [1] CAMPBELL W M, CAMPBELL J P, REYNOLDS D A. Support vector machines for speaker and language recognition[J]. *Computer Speech and Language*, 2006, 20: 210-229.
- [2] 曾建潮, 崔志华. 一种保证全局收敛的PSO算法[J]. *计算机研究与发展*, 2004, 41(8): 1333-1338.
- [3] PAQUET U, ENGELBRECHT A P. A new particle swarm optimizer for linearly constrained optimization[C]//Proc of IEEE Congress on Evolutionary Computation. [S.l.]: IEEE, 2003: 227-233.
- [4] PAQUET U, ENGELBRECHT A P. Training support vector machines with particle swarms[C]//Proc of International

- Joint Conference on Neural Networks. [S.l.]: [s.n.], 2003: 1593-1598.
- [5] 曹成涛, 徐建闽. 基于PSO-SVM的短期交通流预测方法[J]. *计算机工程与应用*, 2007, 43(15): 12-14.
- [6] 祁亨年. 支持向量机及其应用研究综述[J]. *计算机工程*, 2004, 30(10): 6-9.
- [7] 孙建成, 张太镒, 刘海员. 基于SVM的多类模拟调制方式识别算法[J]. *电子科技大学学报*, 2006, 35(2): 696-699.
- [8] SU Chao-ton, YANG Chien-hsin. Feature selection for the SVM: an application to hypertension diagnosis[J]. *Expert Systems with Applications*, 2008, 34: 754-763.
- [9] 沈艳, 郭兵, 古天祥. 粒子群优化算法及其与遗传算法的比较[J]. *电子科技大学学报*, 2005, 34(5): 696-699.
- [10] 胡旺, 李志蜀. 一种更简化而高效的粒子群优化算法[J]. *软件学报*, 2007, 18(4): 860-868.
- [11] YIN Peng-yeng. Particle swarm optimization for point pattern matching[J]. *J Vis Commun Image R*, 2006, 17: 143-162.
- [12] HOU Feng-lei, WANG Bing-xi. Text-independent speaker recognition using support vector machines[C]//Proceeding of ICII. [S.l.]: [s.n.], 2001: 402-407.

编辑 漆蓉

(上接第1332页)

4 结 论

物流信息化项目具有投资大、风险高、周期长和其能否成功实施直接关系企业全局的特点,欲将RFID成功融入现代物流信息建设中,任重而道远。从根本上看,RFID能否大规模应用取决于是否解决了RFID应用与现有信息系统之间的应用整合问题,尤其是与企业内部应用系统的整合。本文采用以Web Services架构为基础的SOA模型整合物流企业各信息子系统,打造随需而变的敏捷软件体系架构,并在该信息融合模型基础上充分利用数据挖掘和智能工具为企业建立商业智能,以支持企业的日常运作和长远规划,从而为RFID在物流行业中的推广应用和具体实施提供可参考的解决方案和信息基础设施建设框架。

参 考 文 献

- [1] FINKENZELLER K. RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards and identification, second edition[M]. Indianapolis: John Wiley & Sons, 2003: 5-10.
- [2] 谭民, 刘禹, 曾隽芳, 等. RFID技术系统工程及应用指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 278-281.
- [3] HASSAN T, CHATTERJEE S. A taxonomy for RFID[C]//Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on

- System Sciences. Hawaii: IEEE Computer Society Press, 2006: 1158-1163.
- [4] RAO K V, NIKITIN P V, LAM S F. Antenna design for UHF RFID tags: a review and a practical application[J]. *IEEE Transaction on Antenna Propagation*, 2005, 53(12): 3870-3876.
- [5] 秦志光, 周世杰, 刘锦德. 智能运输系统中的中间件技术[J]. *电子科技大学学报*, 2002, 31(2): 168-172.
- [6] FLOERKEMEIER C, LAMPE M. RFID middleware design-addressing application requirements and RFID constraints[C]//Proceedings of SOC-EUSAI 2005(Smart Objects Conference). Grenoble: ACM Press, 2005: 265-270.
- [7] KIM Y I, PARK J S, CHEONG T S. Study of RFID middle framework for ubiquitous computing environment[C]//IEEE the 7th International Conference on Advanced Communication Technology. Phoenix Park: IEEE, 2005: 825-830.
- [8] NEWCOMER E, LOMOW G. Understanding SOA with web services[M]. Boston: Addison-Wesley Professional, 2004: 8-23.
- [9] 李斌, 李文锋. NET 2.0在软件再工程中的研究与应用[J]. *四川大学学报*, 2007, 39(增刊): 251-255.
- [10] 王慧斌, 王建颖. 信息系统集成与融合技术及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006: 224-228.
- [11] 陈伟, 丁秋林. 可扩展数据清理软件平台的研究[J]. *电子科技大学学报*, 2006, 35(1): 100-103.
- [12] 焦季成, 刘芳, 刘静, 等. 智能数据挖掘与知识发现[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006: 08-15.

编辑 张俊